

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**

**CARRERA DE MEDICINA HUMANA**



**DETERMINACION DE VOLUMENES ESTATICOS  
NORMALES EN SUPUESTOS SANOS EN EL DISTRITO DE  
SAN ANTON**

**PRESENTADO POR: Reizen Pedro Huarachi Olarte**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL**

**DE MEDICO CIRUJANO**

**PUNO - 2013**

**DETERMINACION DE VOLUMENES ESTATICOS  
NORMALES EN SUPUESTOS SANOS EN EL DISTRITO DE  
SAN ANTON**

Director:

*Margot Caytano*  
.....  
**Dr. Margot Caytano Alfaro**

Asesor:

*Rene Bernedo*  
.....  
**Dr. Rene Bernedo Linares**  
Rene Bernedo Linares  
MEDICO CIRUJANO NEUMOLOGO  
CMP 23303 RNE 19172

Presidente:

*Daniel A. Amaro Medrano*  
.....  
**Dr. Daniel A. Amaro Medrano**  
Dr. DANIEL A. AMARO MEDRANO  
MEDICO INTERNISTA  
CMP. 14546  
MIMP REG. "MNO" - PUNO

1ER Jurado:

*Francisco Alajo Soto*  
.....  
**Dr. Francisco Alajo Soto**  
Dr. FRANCISCO ALAJO SOTO  
FISIOLÓGICO  
JEFE DE DEPARTAMENTO  
CMP. 19905 RNE 13738

2DO Jurado:

*Ivan Hainco Zirena*  
.....  
**Dr. Ivan Hainco Zirena**  
MEDICO CIRUJANO  
CMP. N° 40433  
COLEGIO M. H. UNA - PUNO



Puno - 2013

**AREA:** CIENCIAS CLINICAS

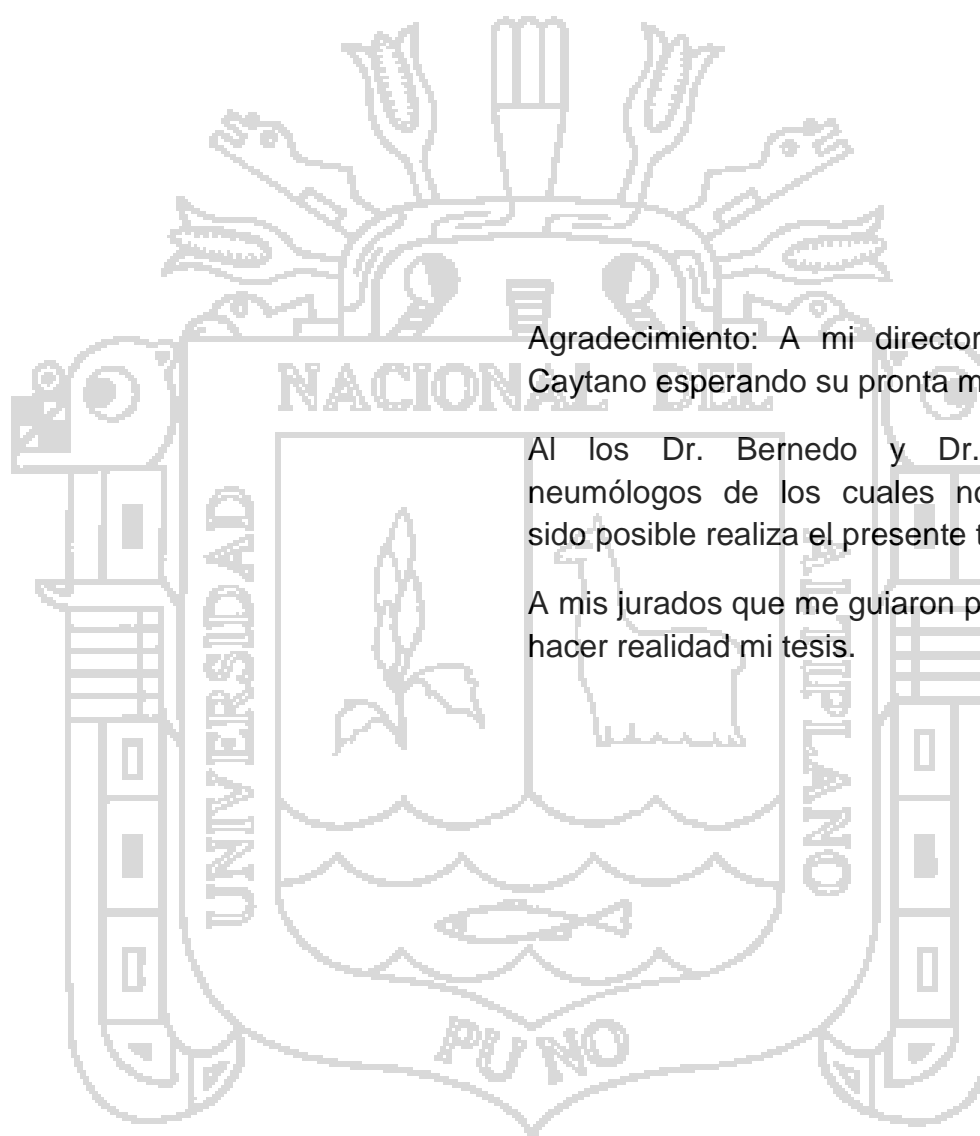
**TEMA:** Enfermedades hematológicas – mal de montaña crónico-medicina interna-  
enfermedades del adulto



**DETERMINACION DE VOLUMENES  
ESTATICOS NORMALES EN SUPUESTOS  
SANOS EN EL DISTRITO DE SAN ANTON**



Dedicatoria: Para mi familia Pedro, Estela, Miriam y Liz quienes siempre creyeron en mí durante toda mi formación médica y permitieron cumplir mi sueño.



Agradecimiento: A mi directora Margot Caytano esperando su pronta mejoría.

Al los Dr. Bernedo y Dr. Llerena neumólogos de los cuales no hubiera sido posible realiza el presente trabajo.

A mis jurados que me guiaron para poder hacer realidad mi tesis.

INDICE

RESUMEN. ....	1
1. INTRODUCCION.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Antecedentes de la investigación.....	7
1.3 Marco teórico .....	7
1.3.1 Volúmenes pulmonares estáticos.....	7
1.3.2 Volúmenes pulmonares.....	8
1.3.3 Factores moduladores .....	10
1.3.3.1 Edad.....	10
1.3.3.2 Factores antropométricos.....	10
1.3.3.3 Sexo.....	11
1.3.3.4 Factores étnicos.....	11
1.3.3.5 Posición.....	11
1.3.3.6 Sueño.....	12
1.3.3.7 Ejercicio.....	12
1.3.3.8 Entrenamiento.....	12
1.3.3.9 Altitud.....	13
1.3.4 Determinantes de los volúmenes pulmonares.....	13
1.3.4.1 Mecánica de la pared torácica.....	14
1.3.4.2 Elasticidad de la caja torácica.....	14
1.3.4.3 Músculos respiratorios.....	16
1.3.4.4 Desplazamientos de la pared torácica .....	19
1.4 Objetivos .....	24
1.4.1 Objetivo General.....	24
1.4.2 Objetivos específicos.....	24
1.5 Hipótesis.....	24
1.5.1 Hipótesis general.....	24
1.5.2 Hipótesis específica.....	25

2. MATERIALES Y METODO.....	26
2.1 Criterios.....	26
2.1.1 Criterios de Inclusión .....	26
2.1.2 Criterios de Exclusión.....	26
2.2 Variables.....	27
2.2.1 Variables dependientes.....	27
2.2.2 Variables independientes.....	27
2.3 Operalización de variables.....	28
2.4 Diseño metodológico .....	29
2.4.1 Tipo y diseño de la investigación.....	29
2.4.2 Población de la investigación.....	29
2.4.3 Muestra de la investigación.....	29
2.4.4 Instrumentos de recolección de datos.....	29
2.4.5 Técnica de recolección de datos.....	30
2.4.6 Plan de recolección de datos.....	31
2.4.7 Diseño estadístico.....	31
3. RESULTADOS.....	32
4. DISCUSION.....	35
5. CONCLUSIONES.....	39
6. RECOMENDACIONES.....	40
7. BIBLIOGRAFIA.....	41
ANEXOS.....	43

## **DETERMINACION DE VOLUMENES ESTATICOS NORMALES EN SUPUESTOS SANOS EN EL DISTRITO DE SAN ANTON**

### **I.RESUMEN.**

Introducción: a medida se incrementa la altura existen cambios fisiológicos y anatómicos en nativos, que son dados debido a la disminución de la presión atmosférica.

Objetivos: Determinar los volúmenes pulmonares estáticos en sujetos supuestos sanos a una altura de 3971 msnm. En el distrito de San Antón – Azángaro.

Material y métodos: se utilizo espirómetro digital calibrado, se recolecto la muestra a través del tipo probabilístico sistematizado obteniéndose 86 muestras entre varones y mujeres.

Resultados: Fueron Volumen corriente de 0.59 litros, volumen de reserva inspiratoria de 2.41 litros, volumen de reserva espiratoria de 1.28 litros en el total de la muestra.

Conclusión: lo resaltante es haber encontrado Volumen de Reserva Inspiratoria mucho menor al esperado que en la literatura que indica un valor promedio de 3 litros y pudimos apreciar que los valores pulmonares estáticos son diferentes a los que se muestra en la literatura, además que esos valores no son aplicables hacia nuestra población.

Palabras claves:

Volumen de reserva inspiratoria

Volumen de reserva espiratoria

Volumen corriente



## DETERMINATION OF NORMAL STATIC VOLUMES ASSUMPTIONS HEALTHY IN THE DISTRICT OF SAN ANTON

### I. ABSTRACT.

Introduction: increases as the height physiological and anatomical changes exist in native, which are given due to the atmospheric pressure decrease.

Objectives: To determine static lung volumes in healthy subjects assumptions at a height of 3971 meters. In the district of San Antón - Azángaro.

Material and Methods: digital spirometer calibration, the sample was collected through systematic probabilistic being obtained 86 samples between men and women.

Results: They were tidal volume of 0.59 liters, inspiratory reserve volume of 2.41 liters, and expiratory reserve volume of 1.28 liters in total sample.

Conclusion: is relevant aspects have found inspiratory reserve volume much less than expected in the literature that indicates an average value of 3 liters and could appreciate that the static lung values are different from that shown in literature that these values also do not apply to our population.

Keywords:

Inspiratory reserve volume

Expiratory reserve volume

Tidal volume



## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCION.

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como es sabido los hombres de altura presentan cambios fisiológicos esto debido al fenómeno de la aclimatación, que posteriormente al incremento de una mayor altura pasan a ser cambios anatómicos definidos.

Según el último compendio estadístico de Puno encontramos que las infecciones de las vías respiratorias superiores ocupan el primer lugar como causa de morbilidad, otras infecciones agudas de las vías respiratorias ocupan el tercer lugar y las enfermedades crónicas de vías respiratorias en el quinto lugar siendo 28.55%, 4.49% y 3.44% del total de las 10 primeras causas de morbilidad en nuestro departamento de Puno.

Como vemos es innegable la gran cantidad de casos nuevos que se presentan en nuestra zona de enfermedades respiratoria incluida San Antón, y a esto adicionado la pobreza que se presenta en nuestra zona, el clima frígido de nuestra Puna, el crecimiento población desordenado, la minería

informal que ya desde años es una de las fuentes más importantes de ingresos de nuestra población, han condicionado la perpetuación la incidencia de problemas de salud, predominando enfermedades como la tuberculosis dentro de las cuales Azángaro ocupa el tercer de casos nuevos registrados de pacientes con TBC con una incidencia de 8.7 nuevos casos por 100000, también sabemos que los casos de neumonías adquiridas en la comunidad son de alta incidencia en San Antón..

Enfermedades obstructivas como el asma, EPOC, bronquitis crónicas y bronquitis agudas son también predominantes en nuestra zona al igual que patologías restrictivas como las enfermedades ocupacionales generalmente casos de minería como la silicosis, que provocan casos de fibrosis pulmonares que a larga condicionan cor pulmonares crónicas.

Hemos visto la limitación en el diagnóstico sobre la valoración de pruebas de espirometría en paciente provenientes de San Antón y de otras provincias que acuden a consultorio de neumología esto debido que las pruebas de espirometría, en la cuales los volúmenes pulmonares estáticos valorados indican parámetros normales, si se toman valores comparados con sujetos a nivel del mar, pero clínicamente podemos observar que esto no sería cierto, debido a que estos valores no son aplicables en los pacientes de altura esto debido a la presión atmosférica en nuestro departamento es de 470 mm de Hg que va implicar una gran cantidad de cambios fisiológicos como la disminución de presiones parciales de los gases tanto de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> estos diferentes debido a la altura y las leyes de gases en altura, aumento de los CRF para compensar la disminución de PaO<sub>2</sub> y así aumentar el área de perfusión membrana capilar, cambios anatómicos como la hipertensión de la arteria pulmonar y por ende aumento de la musculatura lisa de dicha arteria, según algunas teorías aumento de la densidad de la musculatura.

Asimismo hoy sabemos acerca de la existencia de un Factor inducible por la hipoxia HIF-1 que se supone el auténtico regulador de los cambios que se

generan en relación al estímulo hipóxico, de las cuales conocemos 3 unidades y varias subunidades, las más importantes HIF -1a y HIF 1b, de las cuales la HIF -1<sup>a</sup> en situaciones de normoxia es degradada por hidroxilación y destruida, sin embargo cuando se existen situaciones de hipoxia no se degrada y se une al HIF- 1b para formar el HIF-1 de forma exponencial y esta dará lugar a la activación y estimulación de diferentes genes que van regular 4 funciones esenciales para adaptación como son transporte de oxígeno, aumento de la capitalización, metabolismo anaerobio y proliferación celular.

La estimulación de la eritropoyesis y del metabolismo del hierro va a dar lugar a un incremento en la producción de glóbulos rojos y hemoglobina, con lo que se potencia el transporte de oxígeno de la sangre. Este aumento de los componentes sanguíneos interviene directamente en el metabolismo aeróbico, mejorando el Consumo Máximo de Oxígeno y la Resistencia Aeróbica. Con la estimulación y la potenciación de la red sanguínea capilar, se mejoran todos los procesos de transferencia y transporte que se producen entre el torrente sanguíneo y las células, dado que al aumentar la densidad capilar disminuye la distancia a recorrer.

La potenciación del metabolismo anaeróbico como forma de hacer frente al descenso en la formación de energía por la vía aeróbica en situaciones de falta de oxígeno.

En general las funciones adaptativas que va mejorar el HIF -1 son la eritropoyesis al inducir la producción de eritropoyetina, sensibilizar la transferrina y su receptor para la absorción adecuada de hierro, estimular la angiogenesis, inducirá la producción de ácido nítrico y endotelina 1 para la regulación del tono vascular además de inducir la glucólisis a través de mecanismo como lactato deshidrogenasa.

Existen factores varios que van a modificar la cantidad de volumen pulmonares estáticos tales como la raza, peso, talla, edad y sexo, que son

factores que definitivamente son diferentes a los resultados de estudios realizados en nuestra zona, además son hechos a diferentes altitudes, y no hay estudios en nuestra zona que determinen dichos valores.

Clínicamente observamos que pacientes de nuestra zona incluida pobladores de San Antón con dificultad respiratoria, disnea al realizárseles pruebas de espirómetro presentan valores normales, esto debido a una calibración y valores normales que son validas para bajas altitudes que no se ajustan a nuestra realidad, que sin en cambio son patológicas para nuestra zona debido a que esos valores pueden ser normales, pero a nuestro altura son menores, todo eso muestra una clara limitación en el momento de un diagnostico acertado.

Hoy sabemos también que la maduración pulmonar llega a su plenitud a una edad de 20 años y que disminuye desde los 40 años que son parámetros que se encontraron en diversos estudios y son parámetros que se tomaran en este estudio.

El trabajo busca determinar esos valores que son desconocidos por nosotros, para darle una aplicación clínica y evitar diagnósticos erróneos, se han realizado estudios que demuestran variación de los valores pulmonares en otras zonas de altitud que demuestran dicha variación que a diferentes altitudes son distintos valores, pero en nuestra zona no se cuenta con esos valores debido a que no se han hecho estudios de ello.

#### **Enunciado del Planteamiento del Problema:**

¿Cuáles son los valores normales de volúmenes pulmonares estáticos en pacientes sujetos del distrito de San Antón - Azángaro?

## 1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

En el año 2003 se realiza un trabajo de investigación sobre medición de la capacidad forzada por espirometria en habitantes adultos naturales de Junín y su utilidad en la práctica clínica concluye la capacidad vital forzada y el VEF1 en habitantes de las alturas 4105 m.s.n.m. es significativamente mayor tanto en hombres y mujeres, en relación a los habitantes a nivel del mar. El volumen pulmonar al igual que a nivel del mar disminuye con la edad, a partir de la edad de años. Además recomienda que cuando se realice la prueba de espirometria, además de los valores y constantes que se toma para la prueba, se debe conocer si el paciente procede de altura, ya que sus valores serán mas altos, y que esta podría ser de gran utilidad en la detección temprana de enfermedades pulmonares. (1)

Rafael Acero colmenares menciona en su publicación “enfermedades pulmonares relacionadas con la altura” que a los 3 000 metro de altitud, los habitantes que nacen y crecen en estas alturas, es probable que ya haya adaptaciones anatómicas, pero lo demostrado hasta ahora son los 3800 metros en la cual los hombres presentan hipertrofia de musculo liso de la arteria pulmonar, que condiciona a hipertrofia del ventrículo derecho y la mayor capacidad pulmonar de los habitantes de grandes alturas (2).

Según el peruano Augusto Ramires en su trabajo “efectos de la silicosis sobre la función ventilatoria pulmonar en los trabajadores mineros de altura” indica “que a cada nivel de altura que la persona nació y creció variaran los volúmenes pulmonares de la CPT (capacidad pulmonar total) y CVF (capacidad vital forzada) (3).

## 1.3 MARCO TEORICO

### 1.3.1 Volúmenes pulmonares estáticos

El volumen total de gas pulmonar se denomina capacidad pulmonar total. Esta denominación, capacidad, en lugar de volumen pulmonar total, nos

introduce en la terminología utilizada para definir los volúmenes pulmonares, terminología que facilita la comprensión de la mecánica ventilatoria y dentro de la cual podemos distinguir volúmenes y capacidades. Los volúmenes son aquellas cantidades de gas pulmonar que ya no se subdividen, mientras que las capacidades pulmonares corresponden a la suma dos o más volúmenes. Existen cuatro volúmenes y cuatro capacidades pulmonares (Figura 1) (4).

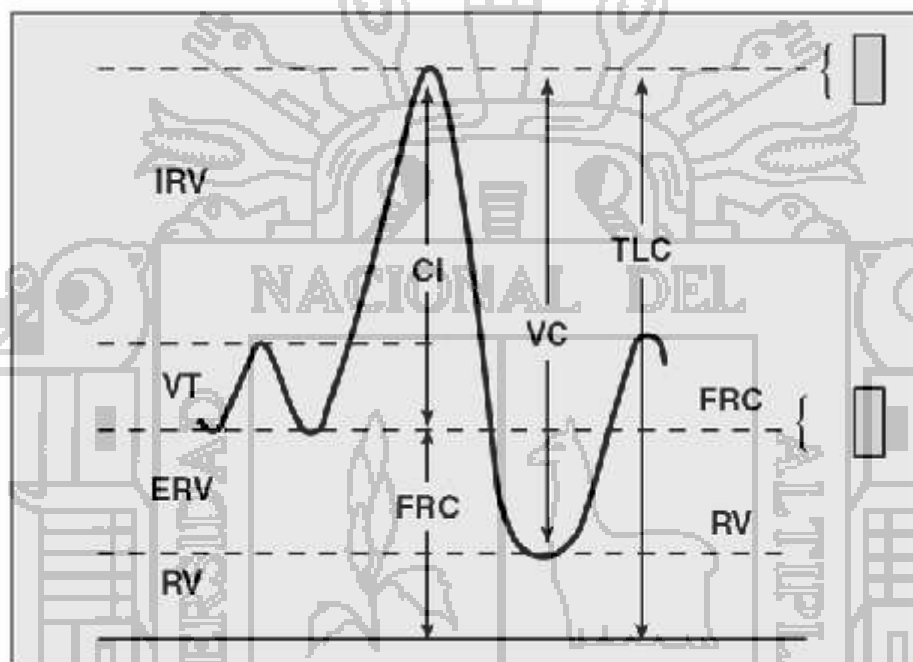


Figura 1. Volúmenes y capacidades pulmonares. VT: Volumen corriente. ERV: Volumen de reserva espiratorio. IRV: Volumen de reserva inspiratorio. RV: Volumen residual. IC: Capacidad inspiratoria. FRC: Capacidad residual funcional. VC: Capacidad vital. TLC: Capacidad pulmonar total.

### 1.3.2 Volúmenes pulmonares

Los volúmenes pulmonares fundamentales son: el volumen corriente, el volumen de reserva inspiratorio, el volumen de reserva espiratorio y el volumen residual.

*El volumen corriente (VT)* es el volumen que entra y sale de pulmón con cada movimiento respiratorio. Se trata de un volumen dinámico que dependerá de la función de los músculos respiratorios y de las condiciones elásticas de pulmón y de la caja torácica, aunque al tratarse de un volumen no forzado esta dependencia esta en relación con la influencia que estas fuerzas musculares y elásticas ejerce sobre el patrón de la ventilación.

*El volumen de reserva inspiratorio (IRV)*, es la cantidad de aire adicional al volumen corriente que se puede introducir con un esfuerzo inspiratorio máximo y, al igual que el volumen corriente, depende de las características elásticas del sistema respiratorio y de la función de los músculos inspiratorios.

*El volumen de reserva espiratorio (ERV)*, es la cantidad de aire que, por debajo del volumen corriente, puede ser exhalado con un esfuerzo espiratorio forzado lento. Está determinado, fundamentalmente, por la función de los músculos espiratorios pero, también, por las características elásticas del sistema respiratorio y por el grado de colapsabilidad de la vía aérea.

*El volumen residual (RV)* es la cantidad de aire que permanece en el interior del pulmón una vez que se ha realizado un esfuerzo espiratorio lento forzado. Se trata, por tanto, de una cantidad de aire intrapulmonar no movilizable, independientemente del esfuerzo espiratorio que se realice. Este volumen, que impide la colapsabilidad total del pulmón y asegura el mantenimiento de un intercambio gaseoso estable, está fundamentalmente determinado por las condiciones elásticas del pulmón, pero también depende de la función de los músculos espiratorios y de la colapsabilidad de la vía aérea.



### 1.3.3 Factores moduladores

Aunque, como ya se ha desarrollado, los volúmenes pulmonares están determinados por las características mecánicas y musculares de la pared torácica, numerosos factores fisiológicos van a determinar variaciones individuales en la magnitud de dichos volúmenes (5,6).

#### 1.3.3.1 Edad

El recién nacido presenta una caja torácica muy distensible, mientras que la presión elástica del pulmón es menor que la observada en adultos. Estas circunstancias deberían ir asociadas a una disminución muy significativa de la FRC, pero esto no se confirma en la práctica, probablemente por incremento de tono de la musculatura inspiratoria y por el patrón ventilatorio rápido que presentan (7,8). De hecho, la capacidad residual funcional relajada, o  $V_r$ , es muy baja, en torno al 10% de la TLC, a diferencia de lo que ocurre en los adultos, en los cuales  $V_r$  y FRC son prácticamente iguales. Después de los primeros días tras el nacimiento, la magnitud de los diferentes volúmenes pulmonares aumenta hasta los 18-20 años, de acuerdo con el crecimiento corporal (9). A partir de dicha edad, en los adultos jóvenes no se observan modificaciones y en edades más avanzadas se va produciendo un decremento progresivo. Sin embargo, la evolución no es igual para los diferentes volúmenes pulmonares. Así, comparados con los adultos jóvenes, los sujetos de mayor edad muestran un incremento en la FRC y sobre todo en el RV.

Estos cambios traducen el impacto del envejecimiento en la estructura del parénquima pulmonar y en la colapsabilidad de las vías aéreas (10, 11,12).

#### 1.3.3.2 Factores antropométricos

La magnitud de los volúmenes pulmonares depende del peso y, fundamentalmente de la talla (13). En cuanto al peso, se relaciona en forma inversa con FRC, probablemente por acción sobre las fuerzas elásticas de la caja torácica y por el efecto masa ejercido sobre esta,

un aspecto que será comentado al describir el impacto de la obesidad sobre los volúmenes pulmonares.

Sin embargo, en estados nutricionales normales, no existe relación entre el peso y el RV, aunque este se encuentra elevado en situaciones de desnutrición severa, probablemente por alteración en las fuerzas elásticas del pulmón.

Mucho más importante es la relación existente entre volumen pulmonar y la talla, de manera, que todas las subdivisiones de la TLC están directamente relacionadas con la altura de sujeto.

#### **1.3.3.3 Sexo**

A igualdad de peso y talla los volúmenes pulmonares son menores en las mujeres que en los hombres. Las razones para estas diferencias no han sido totalmente aclaradas pero probablemente se relacionan con diferencias en el comportamiento elástico tóraco-pulmonar así como en la fuerza generada consecuencia de la contracción muscular.

#### **1.3.3.4 Factores étnicos**

Los valores de los volúmenes pulmonares no son los mismos para todos los grupos raciales, probablemente por factores genéticamente determinados, un hecho que es necesario tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados obtenidos con las pruebas que se realizan para su medida y que se comentan en otro apartado (14-15).

#### **1.3.3.5 Posición**

Los volúmenes pulmonares se ven afectados por la posición corporal, aunque en sujetos normales esta afectación se refleja fundamentalmente en la FRC, siendo más escasa la repercusión en TLC y VC (16,17). La FRC, por el contrario, disminuye en decúbito supino y este descenso está motivado por dos razones. En primer lugar, el efecto gravitacional ejercido sobre el contenido abdominal hace que este ejerza un cierto grado de compresión sobre la cavidad torácica disminuyendo el volumen de relajación. Además, en decúbito

se va a producir un incremento del volumen sanguíneo intra pulmonar que condiciona un aumento de las fuerzas de resorte elástico pulmonares. La consecuencia de estos cambios es que la FRC en decúbito es un 20 a 25% más baja que la que se observa en sedestación. Las modificaciones en el RV muestran mucha mayor variabilidad, habiéndose comunicado cambios entre el 0 y el 20% al pasar de sedestación a decúbito.

En cuanto a la VC, en decúbito supino se produce una disminución que, en condiciones normales se sitúa en torno al 7,5%. Este cambio está fundamentalmente determinado por la desviación del volumen sanguíneo desde las piernas al tórax (18).

#### **1.3.3.6 Sueño**

Independientemente de la posición corporal, el sueño incide sobre los volúmenes pulmonares, de manera que se ha observado que tanto en las fases REM como no REM se produce una caída de la FRC en torno al 15% (19,20).

#### **1.3.3.7 Ejercicio**

En adultos normales la FRC durante el ejercicio presenta valores inferiores a los observados en reposo, por incremento de la actividad de los músculos espiratorios. En sujetos mayor este comportamiento es variable. En general, no se producen modificaciones en la TLC, mientras que el RV muestra un comportamiento variable, pero sin grandes cambios.

#### **1.3.3.8 Entrenamiento**

Se dispone de estudios transversales y longitudinales llevados a cabo al objeto de estudiar los efectos del entrenamiento físico sobre los pulmones, la mayoría de los cuales han sido realizados en nadadores. Se ha observado que los niños y adolescentes entrenados presentan un aumento de volúmenes pulmonares, tanto FRC como FVC y TLC, cuando se comparan con una población de las mismas características

antropométricas (39). Además, estudios llevados a cabo a lo largo de largos períodos de actividad deportiva, han puesto de manifiesto un progresivo incremento de los volúmenes pulmonares (40,41), el cual persiste años después de que la actividad se haya interrumpido (42) Puesto que no se han objetivado cambios significativos en la distensibilidad pulmonar, se ha especulado con un posible incremento en el número de alvéolos. Esta posibilidad se ve apoyada por el hecho de que, en sujetos adultos, no se han observado cambios en los volúmenes pulmonares en relación con el entrenamiento.

#### **1.3.3.9 Altitud**

Mientras que no se observan cambios en los volúmenes pulmonares entre el nivel del mar y los 1800 metros (21-22), sí que se ha encontrado un incremento de aquellos en sujetos que viven en grandes alturas, por encima de los 3000 m, sin que pueda atribuirse a factores étnicos o de tamaño corporal (23,24). El incremento de la TLC se sitúa en torno al 7%, fundamentalmente a expensas de una mayor FRC y RV, mientras que la FVC muestra cifras menores. Estos cambios en los volúmenes afectan sobre todo a nativos de las grandes alturas y a aquellos que se aclimataron a vivir en ellas durante su crecimiento, mientras que los sujetos que se han aclimatado en edades adultas muestran volúmenes menores. Este comportamiento hace pensar que se trata no de un rasgo genético sino de una adaptación a la hipoxia durante el crecimiento y que, probablemente, refleja un incremento en el número y tamaño de los alvéolos.

#### **1.3.4 Determinantes de los volúmenes pulmonares**

Los volúmenes pulmonares van a estar determinados por los movimientos de la pared torácica torácica, muy dependientes de la anatomía funcional de

esta y de la actividad muscular, y los movimientos del pulmón, que siguen los cambios experimentados por la caja torácica y vienen matizados por las características elásticas del sistema (7). Sobre estas características mecánicas van a incidir otros factores como son edad, raza, talla, peso, posición corporal, sueño y ejercicio.

#### **1.3.4.1 Mecánica de la pared torácica**

Desde un punto de vista funcional la pared torácica se encuentra constituida no solo por la estructura músculo-esqueléticas del tórax (columna vertebral, costillas y músculos intercostales y diafragma) sino que incluye también la pared anterior abdominal. Es preciso, por tanto, diferenciar pared torácica de caja costal, teniendo en cuenta que todos los componentes de la primera interaccionan entre sí de forma armónica.

Como consecuencia de la contracción muscular, la pared torácica, experimenta dos tipos de movimientos, el postural de flexo-extensión de la columna vertebral y los movimientos respiratorios. Los cambios de volumen de la caja torácica, producidos como consecuencia de los movimientos de la pared, vienen determinados por la interacción entre las fuerzas que generan dichos movimientos, y que son la fuerza de contracción muscular, y la fuerza elástica de la pared.

#### **1.3.4.2 Elasticidad de la caja torácica**

La pared torácica es una estructura elástica y, como tal, genera una fuerza que viene definida por la magnitud de la presión elástica. La presión elástica de la pared torácica,  $P_w$ , es el resultado de dos componentes, actuando en paralelo, la presión elástica de la pared abdominal,  $P_{ab}$ , y la presión elástica de la caja costal  $P_{cr}$ .

La contribución de ambos componentes queda definida por la siguiente ecuación, que fue expresada por Mead:  $Prc = (1-k) Pw + kPab$

La fuerza elástica del tórax, varía en función del volumen de este y, por tanto, a lo largo del ciclo respiratorio. Esta variación afecta tanto al sentido de la fuerza como a la magnitud de la misma. Durante la espiración, en situación de reposo y a lo largo de la mayor parte de la inspiración la fuerza elástica del tórax ejerce una tensión centrífuga, que tiende a la expansión del mismo y que va disminuyendo conforme se incrementa el volumen. Entre el 50 y el 50% de la capacidad vital, se alcanza la situación de reposo de la caja torácica y su presión elástica es neutra, es decir 0. Por encima del 60% de la capacidad vital, la fuerza es ya centrífuga y se opone a la expansión del tórax.

La medida de la fuerza elástica del tórax y sus modificaciones en función del volumen del mismo, se lleva a cabo determinando la presión pleural,  $Ppl$ , a diferentes volúmenes de insuflación pulmonar, en situación de relajación. En estas condiciones, la presión transtorácica, es decir la diferencia existente entre la presión del espacio pleura pleural,  $Pp$ , y la de superficie corporal,  $Pbs$ , se corresponde con la  $Psw$ . Puesto que la presión en la superficie corporal es la presión atmosférica, que consideramos 0, la  $Psw$  es igual y de signo contrario a la presión pleural.

$$Psw = Pbs - Ppl; Pbs = 0; Ppl = Psw$$

Las relaciones entre la presión elástica de la pared torácica y el volumen pulmonar se explican en la figura 2, en la cual también se representa la relación del volumen pulmonar con la presión elástica de los pulmones,  $Psl$ , y con la presión elástica total del sistema respiratorio,  $Psr$ .

### 1.3.4.3 Músculos respiratorios

Los músculos respiratorios son morfológica y funcionalmente músculos esqueléticos cuya función principal es el desplazamiento rítmico de la pared torácica. Mientras que, en condiciones normales la espiración se realiza de forma pasiva al relajarse los músculos inspiratorios, la inspiración exige la contracción muscular activa de forma rítmica. El diafragma es el principal músculo inspiratorio, pero es necesario considerar también los músculos de la caja torácica, fundamentalmente los intercostales y los músculos abdominales accesorios de la respiración. Debe tenerse en cuenta que el trabajo de los músculos respiratorios se lleva a cabo de forma coordinada e interdependiente (25).

El diafragma es un músculo anatómicamente singular en el sentido de que sus fibras irradian de una estructura tendinosa central para insertarse periféricamente en estructuras sólidas. Dependiendo de la naturaleza de estas estructuras sólidas podemos distinguir dos componentes diafragmáticos.: (a) la porción crural que se inserta en la porción anterolateral de las 3 primeras vértebras lumbares y sobre la aponeurosis de los ligamentos arqueados. (b) la porción costal cuyas fibras se insertan sobre el apéndice xifoides y los márgenes superiores de las 6 últimas costillas. A este nivel las fibras costales están directamente apuestas Presión de resorte elástico sobre la caja costal. En relación a su función el diafragma puede ser considerado como un cilindro con una doble cúpula. Cuando el diafragma se contrae, la zona de aposición se acorta y la cúpula diafragmática baja, siendo este movimiento de pistón el responsable de la mayor parte del desplazamiento diafragmático.



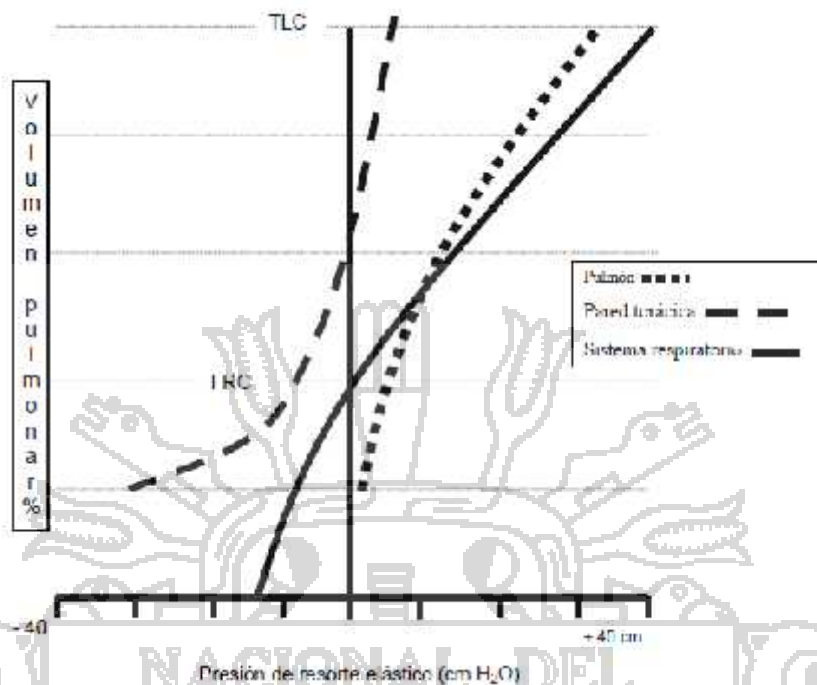


Figura 2.- Mecánica de la ventilación. Relaciones entre la elasticidad pulmonar y la elasticidad de la caja torácica como determinantes de los volúmenes pulmonares. TLC: Capacidad pulmonar total. FRC: Capacidad residual funcional.

El descenso del diafragma expande caudalmente la caja torácica, disminuyendo la presión intrapleural con lo que se inicia la inspiración. Además se produce una acción sobre las últimas costillas que sufren un movimiento de rotación externa y elevación, dando lugar a una expansión del diámetro de la parte inferior de la caja torácica que también tiene consecuencias inspiratorias. Finalmente, hay que considerar que a nivel de la zona de aposición las costillas están sometidas a la presión que ejerce la cavidad abdominal y por tanto al contraerse el diafragma y generarse una



presión abdominal positiva, son empujadas hacia afuera contribuyendo también a la inspiración.

Hay que tener en cuenta que la contracción diafragmática ejerce un efecto espiratorio sobre la caja costal superior debido a que la caída de la presión pleural va a determinar un movimiento de retracción pasiva.

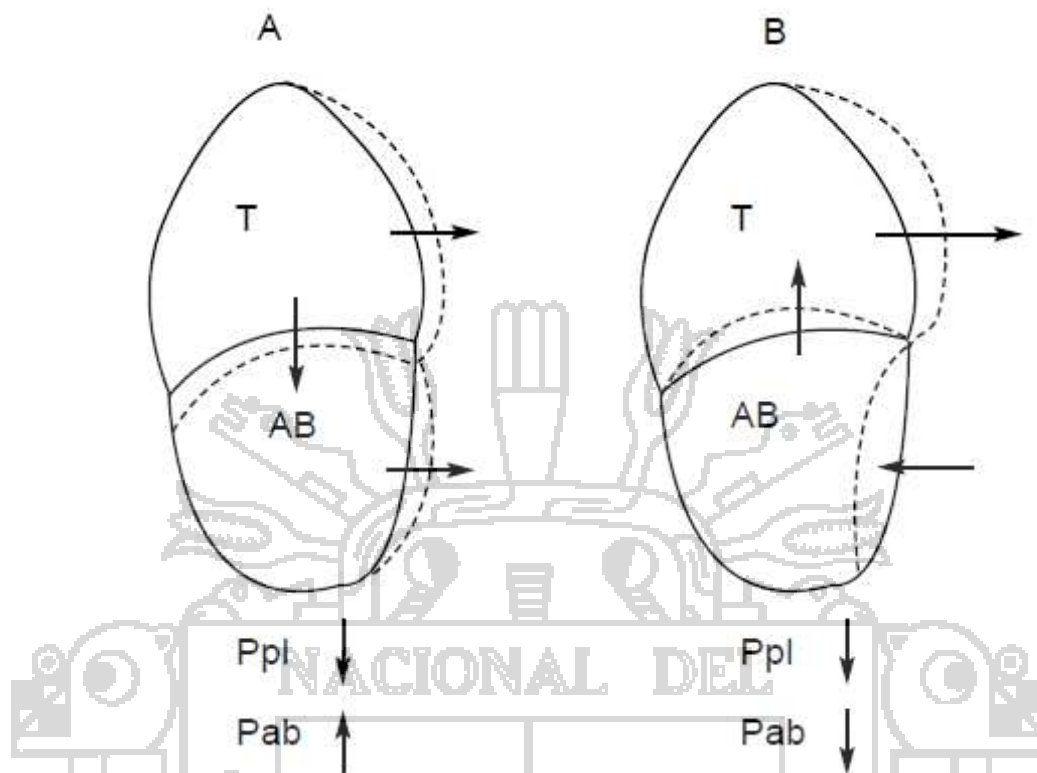
Los músculos intercostales constituyen 2 finas capas musculares que ocupan los espacios intercostales. Clásicamente se ha considerado que los intercostales externos tenían una acción inspiratoria, elevando las costillas, mientras que en los internos se distinguen dos partes, la región paraesternal, con acción inspiratoria, y la intercostal con acción espiratoria. Sin embargo actualmente deben considerarse como una unidad en la que la acción inspiratoria o espiratoria va a depender de la contracción de otros músculos, en el sentido de que si existe una fijación craneal de las costillas la acción será inspiratoria, mientras que si la fijación es caudal, será espiratoria.

Los escalenos se insertan en las apófisis transversas de la 5<sup>a</sup> vértebra cervical y en el borde superior de 1a y 2a costilla. Su acción consiste en la elevación costal, siendo por tanto inspiratorios y, puesto que existe una actividad rítmica continúa, no deben ser considerados como accesorios, sino genuinamente inspiratorios. Los músculos accesorios de la inspiración son músculos que se extienden entre cabeza y caja costal, entre columna y cintura escapular o entre cintura escapular y caja costal; su contracción va a ocasionar elevación de las costillas y por tanto tienen acción inspiratoria. Sin duda el más importante de estos músculos en el hombre es el esternocleidomastoideo, cuya acción es elevar el esternón y desplazar el diámetro anteroposterior y transversal de la caja torácica. Otros músculos como trapecios, serratos e incluso algún músculo laríngeo, pueden tener acción inspiratoria.

Aunque los abdominales son músculos espiratorios, pueden asistir a la inspiración en dos formas. En primer lugar, su contracción tónica a lo largo del ciclo respiratorio completo cuando el sujeto está en bipedestación, va a suponer una resistencia al diafragma que permite que este mantenga la longitud más adecuada para el desarrollo de su actividad. En segundo lugar, al contraerse durante la espiración van a empujar el diafragma y motivar una reducción del volumen pulmonar por debajo de la capacidad residual funcional. Al relajarse al final de la espiración, dan lugar a un descenso pasivo del diafragma, causando un incremento de volumen independiente de la contracción inspiratoria.

#### **1.3.4.4 Desplazamientos de la pared torácica y cambio de volumen**

Como consecuencia de la contracción de los músculos respiratorios se va a producir un desplazamiento de diafragma, pared costal y pared abdominal, el cual determina un cambio de volumen en la caja torácica. Las costillas experimentan dos tipos de movimientos de rotación de las articulaciones condro-costales, un movimiento elevador, que incrementa el diámetro antero-posterior del tórax, y un movimiento lateral, que incrementa el diámetro lateral. En cuanto al diafragma, se produce un desplazamiento hacia abajo del mismo, el cual, a su vez, determina en un desplazamiento hacia fuera de la pared anterior del abdomen por incremento de presión intraabdominal. Existe una relación entre los desplazamientos experimentados por caja costal, diafragma y pared abdominal, de forma que, en aquellas circunstancias en que se existe un movimiento paradójico del diafragma, con elevación durante la inspiración se produce un mayor desplazamiento anteroposterior de la caja torácica (Figura 3).



*Figura 3. Movimientos de la pared torácica durante la inspiración: contribución del desplazamiento de la pared costal y la pared abdominal. T: cavidad torácica. AB: cavidad abdominal. Ppl: presión pleural. En A existe un desplazamiento normal, hacia abajo, del diafragma y como consecuencia la pared abdominal se desplaza hacia adelante. En B existe un movimiento paradójico, hacia arriba, del diafragma. Como consecuencia la pared abdominal se desplaza hacia dentro y, recíprocamente, se produce un mayor desplazamiento hacia fuera de la pared costal.*

El cambio de volumen de la cavidad torácica, va a depender del desplazamiento de la caja costal y del desplazamiento de la pared abdominal que pueden ser considerados como un generador de presión operando en serie. La magnitud de los desplazamientos de la superficie corporal, es decir la caja costal y la pared abdominal, se corresponde con el cambio experimentado en el volumen de la caja torácica y, por ende, en el volumen pulmonar, de forma que:

$$V_w = V_{rc} + V_{ab}$$

Siendo  $V_w$ , el volumen de la caja torácica,  $V_{rc}$ , el volumen del desplazamiento costal, y  $V_{av}$  el volumen del desplazamiento abdominal. Como ya se mencionó, el desplazamiento de la pared anterior del abdomen se produce como consecuencia del descenso del diafragma y, por tanto, refleja el experimentado por el diafragma. De esta forma, se puede asumir, como hace Mead, que el cambio de volumen debido al desplazamiento del diafragma,  $V_{di}$ , equivale a  $V_{ab}$ , si bien esto conduce a una ligera infraestimación del cambio de volumen.

Por otra parte, existe una relación entre el desplazamiento del componente abdominal y el desplazamiento del componente torácico están relacionados. Esta relación fue estudiada por Mead y Konno, midiendo de forma simultánea el desplazamiento abdominal y costal en distintos puntos, al mismo nivel de volumen pulmonar y realizando las mediciones a lo largo del espectro de volumen pulmonar. De acuerdo con sus resultados, enunciaron las siguientes reglas:

Para un volumen determinado, la relación entre el desplazamiento de la pared abdominal y el de la pared torácica, medido en diferentes puntos, es constante.

Las líneas de relación de isovolumen, entre el desplazamiento de la caja costal y la pared abdominal son rectas, paralelas y equidistantes para incrementos de volumen iguales.

La relación de desplazamiento de cada parte, para diferentes patrones de comportamiento muscular, puede obtenerse gráficamente, moviendo uno de los componentes y manteniendo el otro fijo, a lo largo de las líneas de isovolumen.

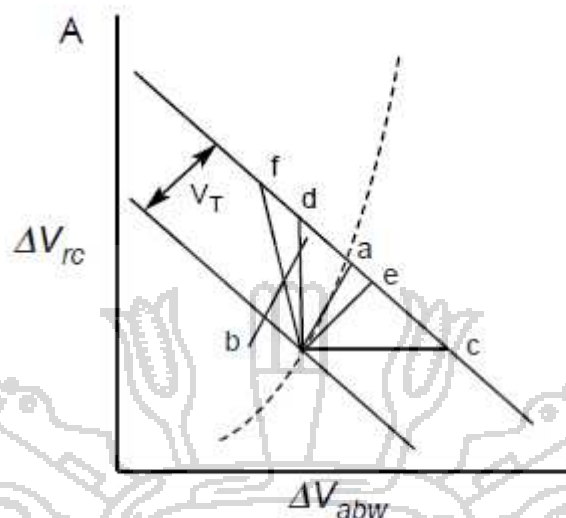


Figura 4. Relación entre los desplazamientos de la pared costal y la pared abdominal para un determinado volumen pulmonar, de acuerdo con diferentes patrones de contracción muscular, según el modelo de Konno-Mead. Se representan las líneas de isoflujo correspondientes a las variaciones de volumen corriente.  $V_{rc}$ : volumen de la caja costal;  $V_{abw}$ : volumen abdominal.  $V_T$ : volumen corriente. a, b, c, d, e, f: modificación de los desplazamientos de pared costal en función de diferentes patrones de contracción, asumiendo pared abdominal fija. La línea discontinua, línea de relajación, expresa el comportamiento de ambos desplazamientos en relajación.

La contribución al cambio de volumen de cada componente puede calcularse de acuerdo con la ecuación anteriormente expresada, de dos variables con un grado de libertad.

Aunque los movimientos de flexo-extensión de la columna son de carácter postural, sí condicionan una modificación de los volúmenes pulmonares para un determinado nivel de desplazamiento tóraco-abdominal, introduciendo un tercer grado de libertad en la ecuación.

Así, el cambio de volumen observado disminuye conforme se incrementa la flexión torácica y disminuye la distancia cráneo-caudal del tórax.

La magnitud del desplazamiento de la pared torácica y, por tanto, del cambio de volumen de la caja torácica, depende de la presión que genera el movimiento, la presión muscular, y de la distensibilidad de la pared, de acuerdo con la ecuación:

$$V_w = P * C_w$$

e introduciendo los distintos componentes, costal y abdominal, de acuerdo con los trabajos de Mead y Konno, la contribución de estos componentes queda definida por la siguiente ecuación: en la que  $r_c$  es pared costal,  $a_b$  es pared abdominal anterior,  $V$  es volumen,  $C$  es distensibilidad  $P$  es presión.

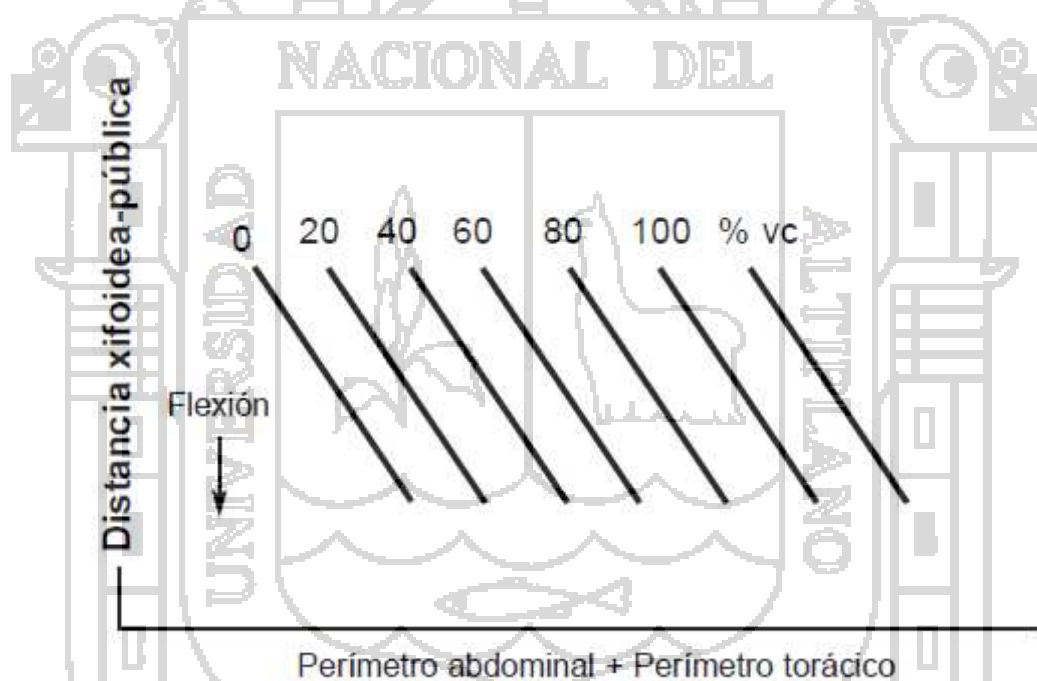


Figura 5. Impacto de la posición de flexo-extensión torácica en el desplazamiento tóraco-abdominal. Las líneas de isovolumen en porcentaje de la capacidad vital (%VC) representan la relación existente entre la suma de los diámetros anteroposteriores abdominal y torácico y el grado de flexión medido por la distancia entre la sínfisis púbica y el apéndice xifoides.

## 1.4 OBJETIVOS:

### 1.4.1 Objetivo General:

Determinar los valores normales de volúmenes estáticos que son volumen corriente, volumen de reserva inspiratoria y volumen de reserva espiratoria, en sujetos supuestos sanos del distrito de San Antón – Azángaro.

### 1.4.2 Objetivos específicos:

- a) Determinar el volumen corriente.
- b) Determinar el volumen de reserva inspiratoria.
- c) Determinar el volumen de reserva espiratoria.
- d) Medir el grado de variación de los volúmenes pulmonares estáticos que son volumen corriente, volumen de reserva inspiratoria y volumen de reserva espiratoria en hombres y mujeres.
- e) Conocer la influencia de la talla y peso en dichos valores pulmonares estáticos.

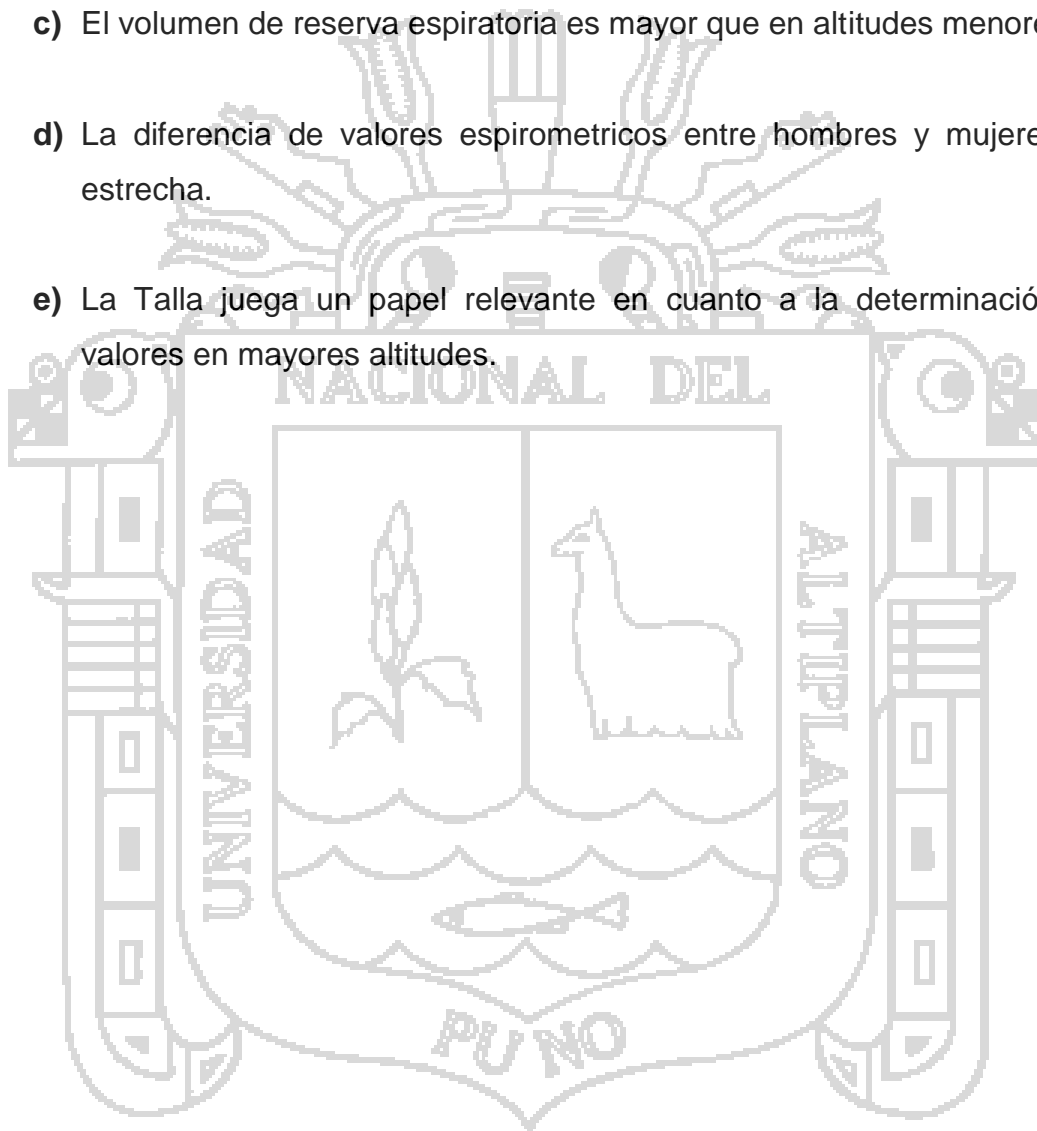
## 1.5 HIPOTESIS.

### 1.5.1 Hipótesis general

Los valores normales de los volúmenes estáticos pulmonares, volumen corriente, volumen de reserva inspiratoria y volumen de reserva espiratoria en sujetos del distrito de San Antón - Azángaro son diferentes a las de otras altitudes, la edad y el sexo factores determinantes de dichos valores, sus valores ayudaran a solucionar los problemas respiratorios existentes en nuestra zona.

**1.5.2 Hipótesis específica:**

- a) El volumen corriente es mayor que en altitudes menores.
- b) El volumen de reserva inspiratoria es menor que en altitudes menores.
- c) El volumen de reserva espiratoria es mayor que en altitudes menores
- d) La diferencia de valores espirometricos entre hombres y mujeres es estrecha.
- e) La Talla juega un papel relevante en cuanto a la determinación de valores en mayores altitudes.







## CAPITULO II

### MATERIALES Y METODOS

#### 2.1 Criterios

##### 2.1.1 Criterios de Inclusión

- a. Pobladores supuestos sanos que viven en el distrito de San Antón - Azángaro
- b. Pacientes de entre 20 a 40 años de edad.
- c. Pacientes nacidos en nuestra zona de puno o vivan unos 20 años en nuestra zona.
- d. No tengan antecedentes de enfermedades pulmonares ni cardiovasculares.

##### 2.1.2 Criterios de Exclusión

- a. Pacientes menores de 20 años y mayores de 40 años.
- b. Población que no pertenezcan al distrito de San Antón - Azángaro ni tenga menos de 20 años de residencia.
- c. Tener antecedentes de enfermedades pulmonares ni cardiovasculares.

- d. Pacientes que hayan trabajado en la mina.
- e. Pacientes embarazadas.

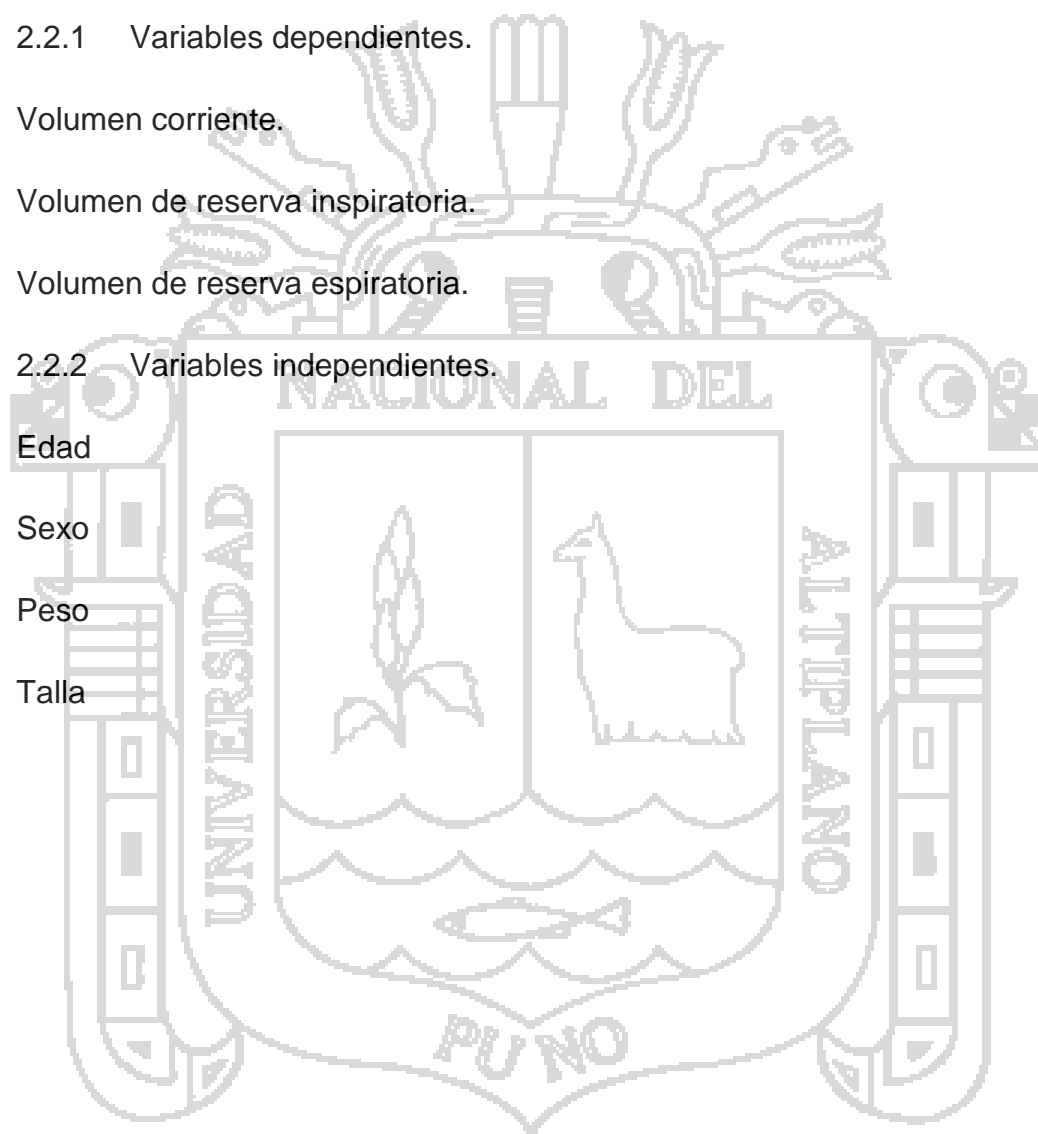
## 2.2 Variables

### 2.2.1 Variables dependientes.

- a. Volumen corriente.
- b. Volumen de reserva inspiratoria.
- c. Volumen de reserva espiratoria.

### 2.2.2 Variables independientes.

- a) Edad
- b) Sexo
- c) Peso
- d) Talla



**2.3 Operalización de variables.**

VARIABLE DEPENDIENTE	ESCALA	INDICADOR
Volúmenes corriente	Razón Numérica	Litros
Volumen de reserva inspiratoria	Razón Numérica	Litros
Volumen de reserva espiratoria	Razón Numérica	Litros
VARIABLE INDEPENDIENTE	ESCALA	INDICADOR
Edad	Razón Numérica	Años
Sexo	Nominal Cualitativa	Masculino Femenino
Peso	Razón Numérica	Kilogramos
Talla	Razón Numérica	Centímetros

## 2.4 Diseño metodológico

### 2.4.1 Tipo y diseño de la investigación.

Tipo: la investigación es de tipo descriptivo, que consiste en determinar los valores normales en San Antón de volumen corriente, volumen de reserva inspiratoria y volumen de reserva espiratoria.

Diseño: es prospectivo, descriptivo y transversal.

### 2.4.2 Población de la investigación.

Es de 1023 pobladores entre 20 a 40 años de San Antón.

### 2.4.3 Muestra de la investigación.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

$$n = 86$$

N = tamaño de la población = 1023

$\sigma$  = Desviación estándar = 0,5.

Z = Valor confianza. 95% de confianza

e = Límite aceptable de error muestral 8.48%

### 2.4.4 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó el espirómetro digital de marca Micro Lab modelo Kent Meizaz calibrado para hallar volúmenes pulmonares estáticos como volumen corriente, volumen de reserva espiratorio y volumen de reserva inspiratorio, que solicita para su resultado los parámetros como número de paciente,

nombre, apellido, fecha de nacimiento, peso, talla, raza en este caso hispano, y una constante que este caso será 100.

También se utilizó una balanza calibrada, un tallmetro y una ficha de recolección de datos semejante a la de la ATS (asociación americana de Tórax).

#### **2.4.5 Técnica de recolección de datos.**

La muestra es tipo probabilística sistematizado. Se realizó un mapa del distrito de San Antón – Azángaro, censando la cantidad de personas que se encuentran en cada casa y cuentan con edades entre 20 a 40 años, se enumeró cada casa y asignó un número a cada poblador se tomaron muestras iniciando del poblador número 12 siendo esta nuestra constante hasta obtener la muestra, si no se encontraba al sujeto en la casa, o el sujeto no cumplía con los criterios de inclusión se pasaba al siguiente número asignado.

Para seleccionar las personas para la muestra se elaboraron fichas de recolección de datos de pobladores del distrito de San Antón – Azángaro. La cual fue elaborada con la ayuda del asesor, y correcciones correspondientes de los jurados.

Con ello podremos descartar pacientes con antecedentes de problemas cardiovasculares, luego se procederá a un examen dirigido pulmonar y cardiovascular para excluir pacientes, de la población total escogimos pacientes entre 20 a 40 años, a los cuales se pesó con una balanza de pie en kilos, midió la talla en metros, se esperó unos 5 minutos a que el sujeto se encuentre tranquilo, mientras tanto se explicó el procedimiento a realizar la manera correcta de colocar la boquilla en la boca, sin que esta obstruya el flujo normal al momento de realizar la prueba espirométrica, se le explicaron los correctos movimientos tanto de inspiratorios y espiratorios.

Los cuales son una inspiración y espiración normal, seguida de una inspiración profunda y lenta hasta lo máximo posible por el sujeto y posterior a ellos una espiración máxima lenta. Si el procedimiento no fuese llevado de la manera correcta se volverá a repetir hasta realizar para prueba de una manera correcta.

Los resultados obtenidos por el espirómetro fueron copiados a la ficha de recolección de datos.

#### **2.4.6 Plan de recolección de datos**

Se procederá a la recolección de datos entre los meses de febrero y marzo del año 2013 se procederá con la técnica de muestreo y método de recolección de datos antes descritos hasta obtener la cantidad de muestras.

#### **2.4.7 Diseño estadístico**

Se utilizo la prueba del valor Z de la distribución normal para comprobar la hipótesis. La cual se define como:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma}$$

Donde:

Z= valor estadístico de la curva normal de frecuencias.

X= cualquier valor de una muestra estadística.

$\bar{X}$ = promedio o media aritmética obtenido de la muestra estadística, valor representativo.

s = desviación estándar.

## CAPITULO III

## RESULTADOS

Se realizaron pruebas de espirometricas en 86 pacientes de ambos sexo siendo estos los resultados.

Tabla 1Media aritmética y desviación estándar de la muestra

Volumen		VRE	VRI	VC
	M.A.	1.26	2.39	0.59
Total	D.S.	0.22	0.28	0.1

**Tabla 2****Media aritmética y desviación estándar en relación sexo y volumen**

Volumen Lts.		VRE	VRI	VC
	M.A.	1.33	2.43	0.59
Hombre	D.S.	0.21	0.22	0.11
	M.A.	1.2	2.36	0.58
Mujer	D.S.	0.21	0.31	0.1

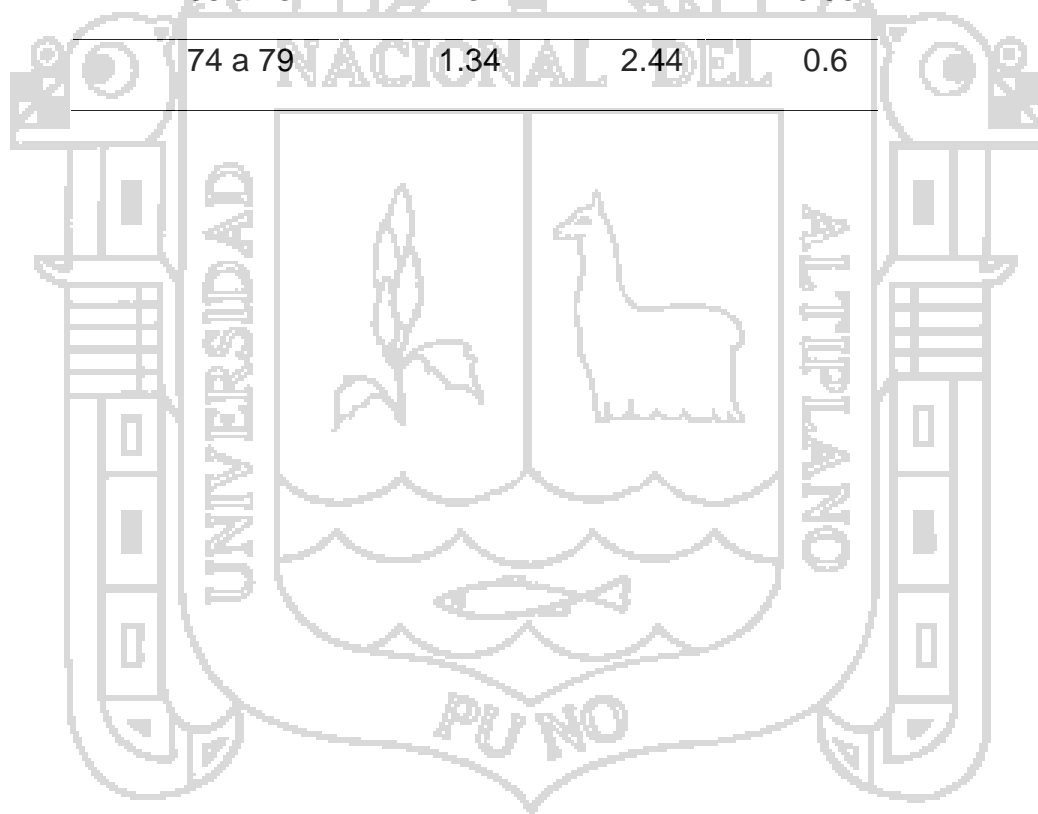
**Tabla 3****Relación de volúmenes pulmonares y talla**

cm.	VRE	VRI	VC
145 a 150	1.02	2.3	0.51
151 a 156	1.22	2.45	0.58
157 a 162	1.24	2.33	0.6
163 a 168	1.31	2.42	0.6
169 a 174	1.31	2.37	0.57
175 a 180	1.31	2.55	0.59



**Tabla 8****Relación a volúmenes pulmonares y peso**

	VRE	VRI	VC
Peso Kg.			
44 a 49	1.17	2.51	0.61
50 a 55	1.13	2.29	0.58
56 a 61	1.3	2.45	0.59
62 a 67	1.22	2.32	0.5
68 a 73	1.32	2.4	0.56
74 a 79	1.34	2.44	0.6



## CAPITULO IV

### DISCUSION

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que los valores encontrados a una altura de 3971 msnm como está ubicado el distrito San Antón, son diferentes a los que se presentan en otro estudios y los que menciona la literatura, demostrando además que los factores como la raza, la altura, la constitución física y el sexo juegan un papel importante en la determinación de los volúmenes pulmonares estáticos.

Además que algunos procedimientos diagnósticos como la misma valoración de obstrucción a través de espirometro sería errónea, algunos scores par el diagnostico de problemas obstructivos con el asma, el EPOC, de alguna manera no reflejarían la situación real de los paciente con problemas respiratorios, pues en dentro de los parámetros medidos con la prueba espirometrica se midió el MEF 25-75 el cual se define como valor de normalidad un 70%, pero nosotros encontramos varios sujetos sanos los cuales indicaban valores inferiores sin ningún signo clínico visible de obstrucción, eso nos indica que muchos valores que consideraríamos normales para cierta población no se ajustarían, ni aplicarían a nuestra realidad.

A continuación discutiremos las distintas variables del estudio y sus resultados.

**Volumen corriente (VC):** su volumen promedio que se encuentra en muchos estudios y literatura indica un volumen de 0.5 litros y el valor que nosotros encontramos es de 0.59 litros, 0.09 litros más de lo esperado lo que nos indica un ligero aumento que al parecer no pareciese ser muy significativa, pero no sabemos la real implicancia de este pequeño aumento de volumen en nuestro ambiente con una presión atmosférica diferente al de otras altitudes, por lo que necesita más estudios sobre dicho tema.

Brody JS en su estudio "Lung elasticity and airway dynamics in Peruvian natives to high altitude" menciona que en altura habría un ligero incremento del volumen corriente y aumento de la elasticidad pulmonar en nativos de 3 850 msnm. Lo cual se asemeja a los resultados obtenidos en nuestro trabajo

**Volumen de reserva espiratoria (VRE):** cuyo valor promedio es de 1.1 litros, el resultado nuestro es de 1.28 litros, con un exceso de 0.18 litros que es el esperado, debido a los antecedentes que indican un aumento de la capacidad de reserva funcional (CRF) a mayores altitudes a expensas de esta y una disminución de la CFI.

Un estudio realizado por Pedro Cordero en una población latina encuentra valores espirometricos de VRE en mujeres de 0.81 litros y 1.22 litro en hombres, comparados con los valores que hallamos de 1.2 litros en mujeres y 1.33 litros en hombre son valores elevados, en especial en mujeres esto seria debido a los factores de aclimatación a la hipoxia que se presenta a los diversos mecanismo tanto genéticos como el HIF -1, que va producir cambios fisiológicos varios que van a generar con el tiempo estados compatibles con nuestra altitud.

**Volumen de reserva inspiratoria (VRI):** al cual se le asigna un promedio de 3 litros, comparados con el resultado que obtuvimos que es de 2.41 litros,

distinguimos una disminución de 0.59 litros que es importante, las cuales se deberían a la constitución fisiológica y anatómica de nuestra raza, a la altura que implicarían fenómenos de climatización que influirían en dicho descenso de volumen.

Según Gaultier en su estudio “Effects of nutrition, growth hormone disturbances, training, altitude and sleep on lung volume” menciona que en nativos de grandes alturas hay un aumento de la capacidad pulmonar total en un 7 a 15% y que el incremento de la capacidad vital es pequeña y la capacidad de reserva funcional y volumen de reserva es mayor, lo cual en nuestro trabajo discrepa pues encontramos disminución de la capacidad vital, pero concuerda en que aumenta pero ligeramente el volumen de reserva espiratorio, se tendría realizar pruebas para hallar el volumen de reserva para comparar dichos resultados.

**Sexo:** los resultados en relación a ambos sexo es muy similar, exceptuando un pequeño incremento en las muestras de sexo masculino que es ligeramente superior en todos los volúmenes pulmonares estudiados, posiblemente debido a la constitución física que juega un papel importante en la determinación de dichos valores.

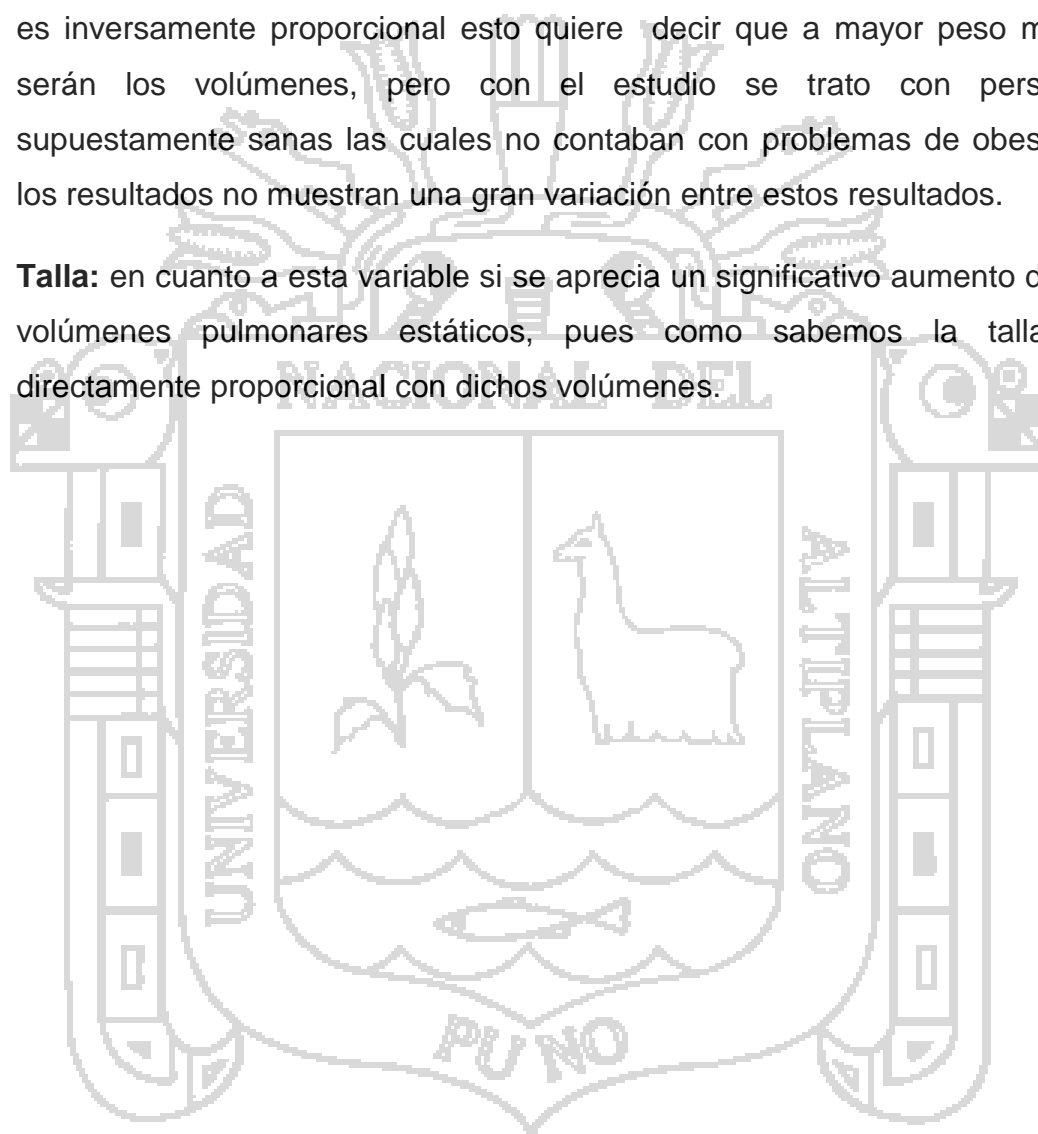
J.F. Patiño menciona en su libro “gases sanguíneos, fisiología de la respiración e insuficiencia respiratoria aguda” una diferencia importante en los valores normales en ambos sexo por ejemplo en VRI es de 3.3 litros en hombre y en mujeres de 1.9 litros, VRE de 1 litro en varones y 0.7 litros, lo cual en nuestro trabajo discreparía pues a pesar de haber diferencias estas son mínimas, esto tal vez por las diferencias raciales y morfológicas.

**Edad:** la edad no jugó un papel muy importante en la determinación valores pulmonares estáticos pues los rangos seleccionados entre 20 a 40 años según la literatura son edades en las cuales la maduración es máxima y no han afectado mucho dichos valores.

Estudios Gaultier menciona que los efectos de aumento o disminución de los volúmenes pulmonares inician al momento del nacimiento por fenómenos de aclimatación debido a la hipoxia y que se presentaría un aumento en el número y tamaño de los alveolos.

**Peso:** teóricamente el peso en relación los volúmenes pulmonares estáticos es inversamente proporcional esto quiere decir que a mayor peso menor serán los volúmenes, pero con el estudio se trato con personas supuestamente sanas las cuales no contaban con problemas de obesidad, los resultados no muestran una gran variación entre estos resultados.

**Talla:** en cuanto a esta variable si se aprecia un significativo aumento de los volúmenes pulmonares estáticos, pues como sabemos la talla es directamente proporcional con dichos volúmenes.



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES.

1. Los valores pulmonares estáticos son diferentes a medida que se incrementa a mayor altura esto debido a cambios fisiológicos como anatómicos.
2. El volumen corriente en gran altura es de 0.59 litros.
3. El volumen de reserva inspiratorio en gran altura es de 2.41 litros.
4. El volumen de reserva espiratorio en gran altura es de 1.28 litros.
5. El volumen corriente presenta en altura un incremento de 0.09 litros.
6. El volumen de reserva inspiratoria esta disminuida significativamente en 0.59 litros al parecer por factores raciales, constitutivos del poblador nativo, y la altura juegan un papel importante en la disminución de dicho volumen.
7. Volumen de reserva espiratoria esta aumentada en 0.18 litros lo que concuerda con estudios realizado en la que se describe aumento de la CRF a mayores alturas.
8. El variable sexo muestra una ligero valor mayor para el sexo masculino, mas así la variable edad no jugó un papel importante en la determinación de dichos valores pues el intervalo de edad elegido para la investigación es una población con una maduración pulmonar adecuada.
9. La variable talla fue directamente proporcional como lo indica la teórica incrementando los valores de los volúmenes pulmonares, sin en cambio el peso no fue importante pues no se aceptaron pacientes con obesidad como para que influyeran.
10. Los valores que conocemos acerca de los valores pulmonares estáticos según la literatura extranjera no se aplica a nuestra realidad como los demuestran los resultados de nuestra investigación.

## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES

1. Se debe seguir con más investigación en cuanto a la valoración de otros valores como los volúmenes pulmonares dinámicos para actualizar las guías, protocolos y manejos de patologías diversas.
2. Los medios diagnósticos como el espirómetro están configurados generalmente para poblaciones en bajas altitudes y de raza diferentes a las nuestras y su base de datos de igual manera, podríamos nosotros con los valores que muestra este trabajo iniciar una estandarización de valores aplicados a nuestra realidad.
3. Se deben valorar diferentes patologías cardiopulmonares de acuerdo a valores que son aplicables nuestra realidad para evitar errores en los diagnósticos.



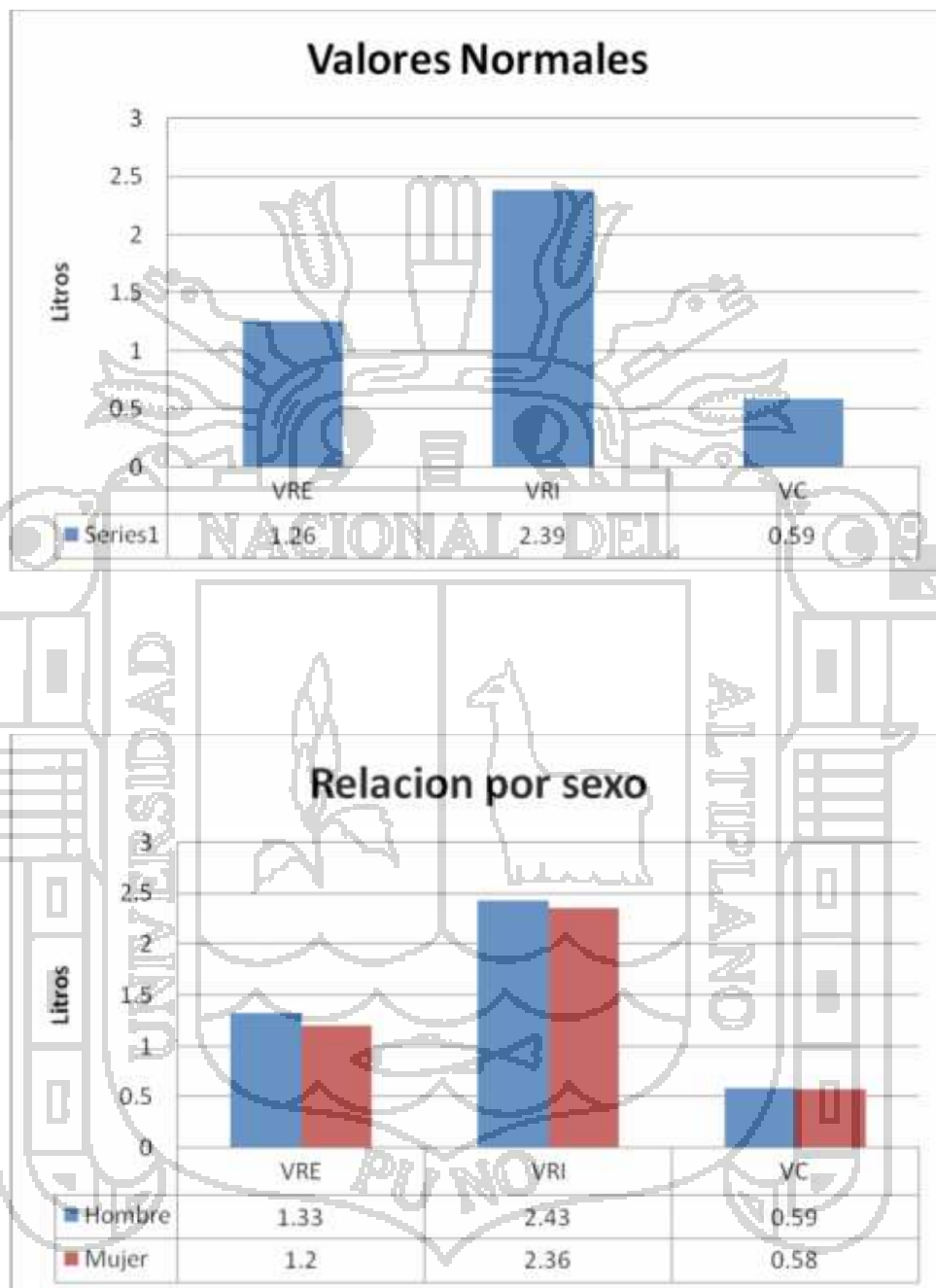
**VII. BIBLIOGRAFIA.**

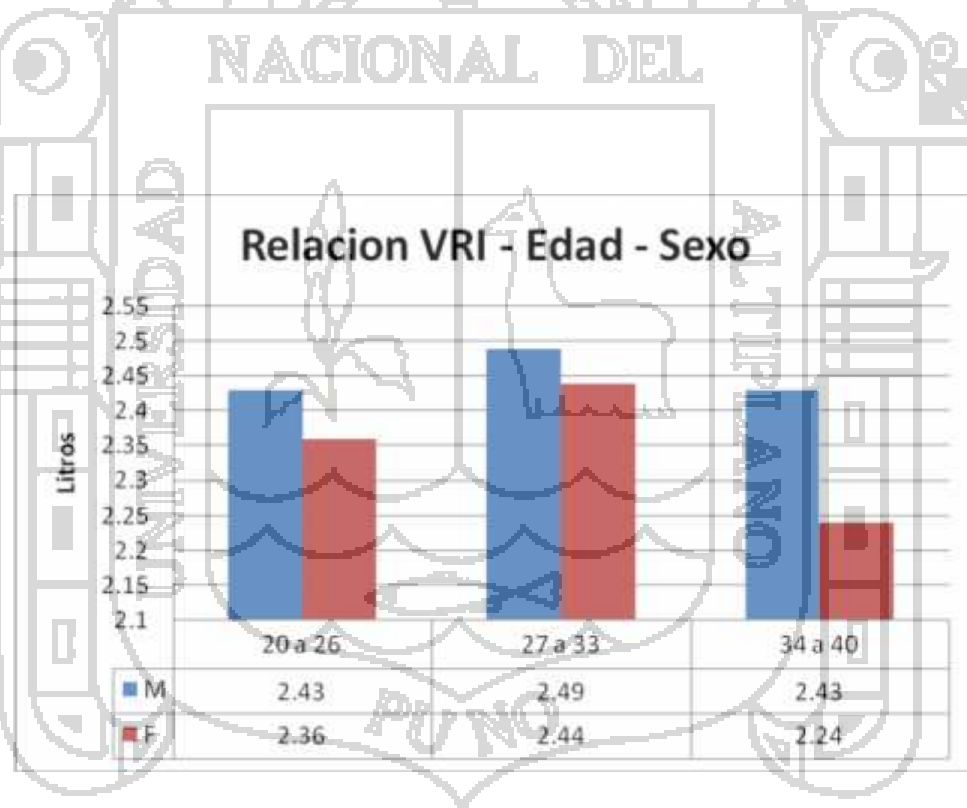
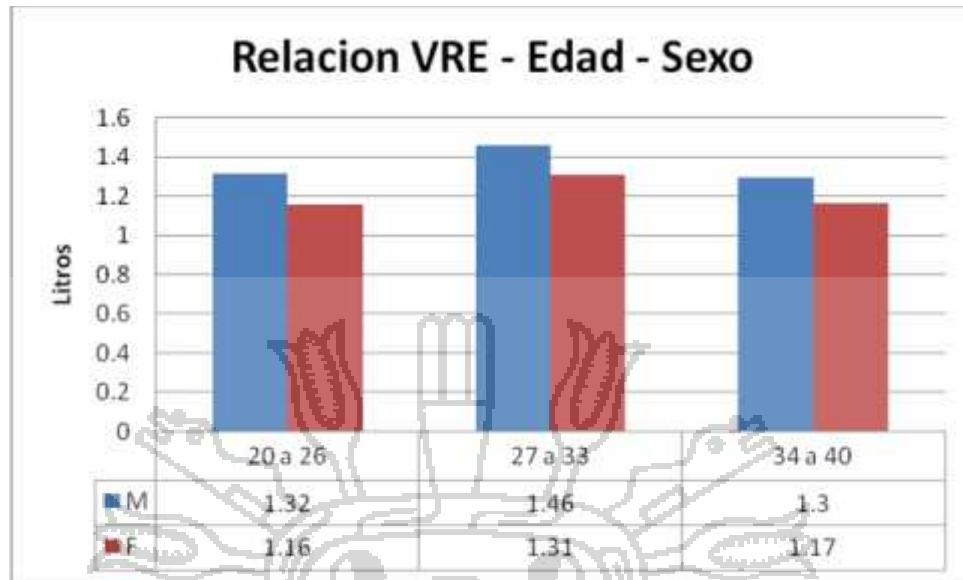
- 1) Valenzuela Bejarano, Manuel Andrés, “medición de la capacidad vital forzada por espirometria en habitantes adultos naturales de Junín y su utilidad en la practica medica”
- 2) Acero Colmenares, Rafael. “enfermedades pulmonares relacionadas con la altura” neumología 5ta edición Colombia, 1998, cap.19 486-492.
- 3) Ramirez A., Augusto. “efectos de la silicosis sobre función ventilatoria en trabajadores mineros de altura”, Actas de la primera jornada de medicina y cirugía de altura 1978, La oroya, Peru, cap.:20 147-151.
- 4) Roussos CH, Macklem PT. The Thorax. Marcel Dekker Inc, New York; 1985.
- 5) Gaultier C, Crapo R. effects of nutrition, growth hormone disturbances, training, altitude and sleep on lung volume. EurRespir J 1997; 10:2913-2919.
- 6) Bancalari E, Clausen J. Pathophysiology of changes in absolute lung volumes. EurRespir J 1998; 12:248-258.
- 7) Polgar G, Weng TR. The functional development of the respiratory system from the period of gestation to adulthood. AmRevRespir Dis 1979; 120:625-695.
- 8) Lopez J, Muller NI, Bryan MH, Bryan AC. Importance of inspiratory muscle tone in maintenance of FRC in the newborn. J ApplPhysiol 1981; 51:830-834.
- 9) American Thoracic Society-European Respiratory Society. Respiratory mechanics in infants: physiologic evaluation in health and disease. Am Rev Respir Dis 1993; 147:474-496.
- 10) Leith DE, Mead J. Mechanism determining residual volume of the lungs in normal subjects. J ApplPhysiol 1967; 23:221-227.
- 11) Zapletal A, Paul T, Samanek M. Pulmonary elasticity in children and adolescents. J ApplPhysiol 1976; 40:953-961.
- 12) Saetta M, Turato J. Lung structure and function . En Respiratory Mechanics. European Respiratory Monograph.; 1999 12(4):1-32.
- 13) Stocks J, Quanher PH. Reference values for residual volume, functional capacity and total lung capacity. EurRespir J 1995; 8:492-506.

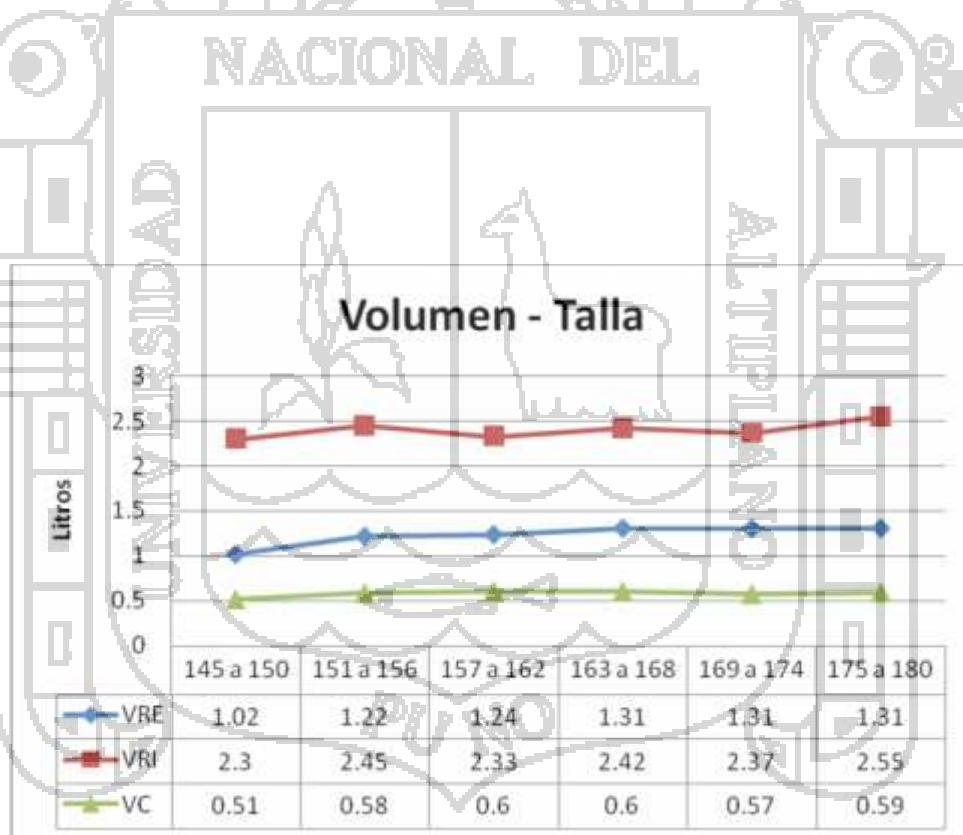
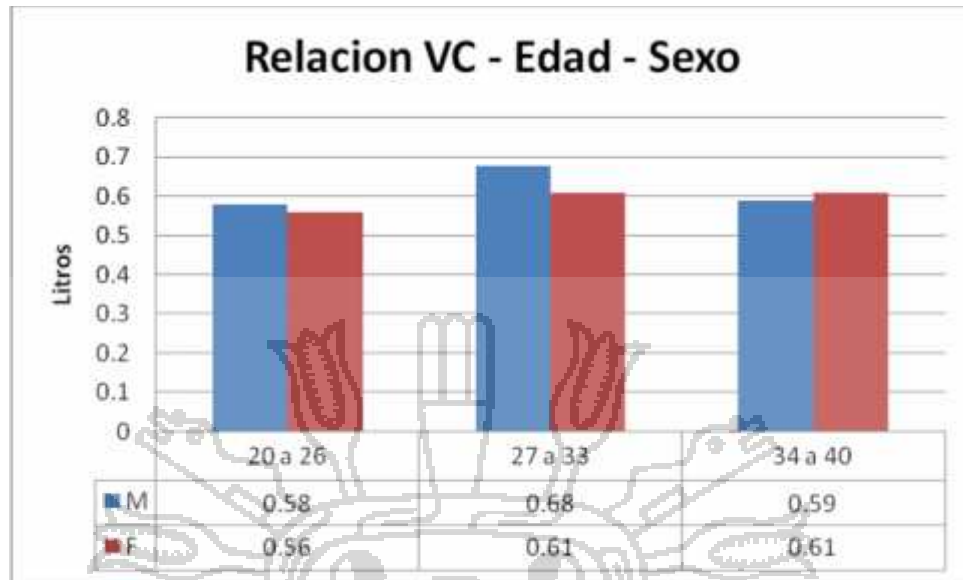


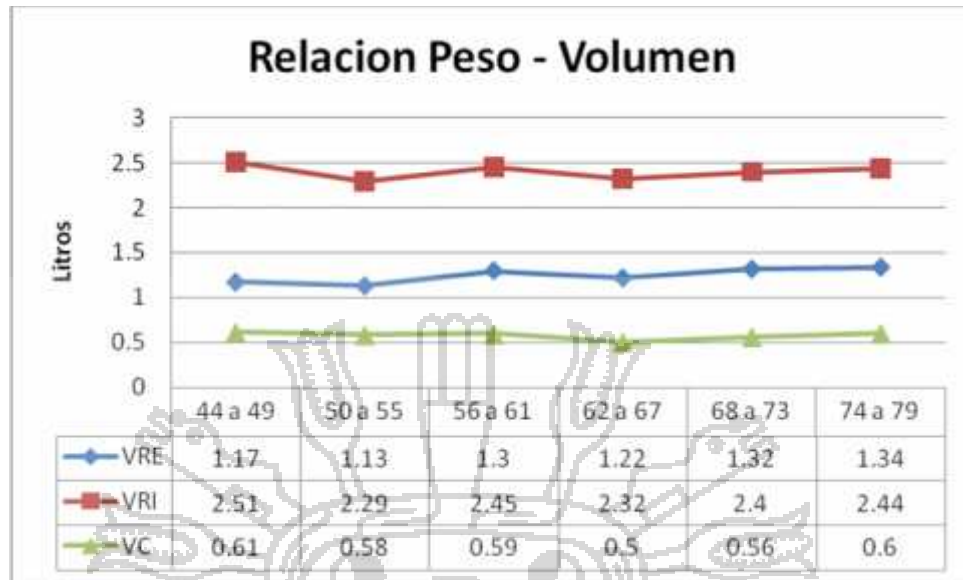
- 14) Oscherwitz M, Edlavitch S A., Baker TR, Jarboe T. Differences in pulmonary functions in various racial groups. *Am. J. Epidemiol.* 1972; 96: 319-327.
- 15) Korotzer B, Ong S, Hansen JE. Ethnic Differences in Pulmonary Function in Healthy Nonsmoking Asian-Americans and European-Americans *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2000; 161:1101-1108.
- 16) Michels A, Decoster K, Derde L. Influence of posture on lung volumes and impedance of respiratory system in healthy smokers and non-smokers, *J Appl Physiol* 1991; 71:294-299.
- 17) Allen SM, Hunt B, Green M. Fall in vital capacity with posture. *Chest* 1985; 79:267-271.
- 18) Estenne M, De Troyer A. Mechanism of the postural dependence of vital capacity in tetraplegic subjects. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135:367-371.
- 19) Hudgel D, Devadatta P. Decrease in functional residual capacity during sleep in normal humans. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 1984; 57:1319-1322.
- 20) Ballard RD, Irvin CG, Martin RJ, Pak J, Pandey R, White DP. Influence of sleep on lung volume in asthmatic patients and normal subjects. *J Appl Physiol* 1990; 68:2034-2041.
- 21) Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests. Normal values at median altitudes and the prediction of normal results. *Am. Rev. Thor Pulm Dis.* 1969. 79: 457-467.
- 22) Cotes JE, Sounders MJ, Adam JER, Anderson HR, May AM. Lung function in coastal and highland New Guineans: comparison with Europeans. *Thorax* 1973; 28:220-230.
- 23) Frisancho AR. Functional adaptation to high altitude hypoxia. *Science* 1975; 187:313-319.
- 24) Lenfant C, Sullivan K. Adaptation to high altitude. *N Engl J Med* 1971; 284:1298-1309.
- 25) De Troyer A., Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clin. Chest Med.*, 1988; 9(2):175-193.11. Mead J, Smith JC, Loring SH.

ANEXOS.









**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

NOMBRE:

EDAD:

SEXO:

LUGAR DE NACIMIENTO:

PROCEDENCIA:

AÑOS DE RESIDENCIA EN SAN ANTON:

ANTEDECENTES: SI NO

PULMONARES:

CARDIOVASCULARES:

EXAMEN CLINICO DE TORAX Y CARDIOVASCULAR: SI NO

ALTERACIONES PULMONARES:

ALTERACIONES CARDIOVASCULARES:

SIGNOS CLINICOS: SI NO

PULMONARES

CARDIOVASCULARES:

RESULTADOS DEL EXAMEN:

VOLUMEN DE RESERVA	NIVEL DE ALTURA
VOLUMEN DE RESERVA INSPIRATORIO	
VOLUMEN TIDAL	
VOLUMEN DE RESERVA ESPIRATORIA	